

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-023173

(43)Date of publication of application : 21.01.2000

(51)Int.Cl.

H04N 9/07

(21)Application number : 10-186504

(71)Applicant : EASTMAN KODAK JAPAN LTD

(22)Date of filing : 01.07.1998

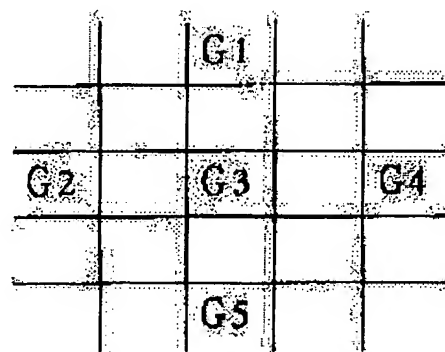
(72)Inventor : MIYANO TOSHIKI
KOMATA KYOICHI

(54) NOISE ELIMINATION METHOD FOR SOLID-STATE COLOR IMAGE PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate noise while suppressing the blunting of an edge for images obtained from a solid-state color image pickup device.

SOLUTION: Laplacian filters are respectively constituted for a vertical direction (G1, G3 and G5) and a horizontal direction (G2, G3 and G4) with a green pixel G3 under consideration as a center. The smaller one of the output value of the laplacian filters is judged as the direction of the edge at the position of G3. For the edge direction obtained in such a manner, a Wiener filter is constituted. For instance, in the case of judging that the edge direction is vertical, the Wiener filter is constituted of the pixel values of G1, G3 and G5. A noise level used for the arithmetic operation of the Wiener filter is estimated based on the pixel value at G3. By the Wiener filter, the pixel value from which the noise is eliminated for G3 is obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-23173
(P2000-23173A)

(43)公開日 平成12年1月21日(2000.1.21)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

特許庁(参考)

H 0 4 N 9/07

H 0 4 N 9/07

A 5 C 0 6 5

C

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平10-186504

(22)出願日 平成10年7月1日(1998.7.1)

(71)出願人 000101891

イーストマン・コダックジャパン株式会社
東京都品川区北品川4丁目7番35号

(72)発明者 宮野 俊樹

東京都品川区北品川4丁目7番35号 イー
ストマン・コダック ジャパン株式会社内

(72)発明者 小俣 恭一

東京都品川区北品川4丁目7番35号 イー
ストマン・コダック ジャパン株式会社内

(74)代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

Fターム(参考) 5C065 AA01 BB22 CC01 DD02 EE05

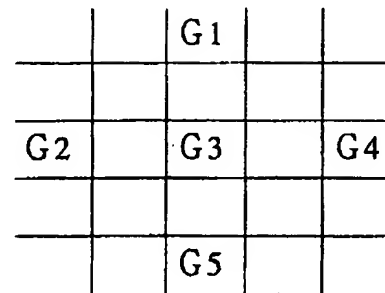
EE06 GG03

(54)【発明の名称】 固体カラー撮像デバイスのノイズ除去方法

(57)【要約】

【課題】 固体カラー撮像デバイスから得られた画像について、エッジの鈍化を抑制しつつノイズを除去する。

【解決手段】 注目する緑画素G3を中心として縦方向(G1, G3, G5)と横方向(G2, G3, G4)についてそれぞれラプラシアンフィルタを構成する。このラプラシアンフィルタの出力値の小さい方が、G3の位置におけるエッジの方向と判定される。このように求めたエッジ方向について、ウィーナーフィルタを構成する。例えばエッジ方向が縦と判定された場合は、G1, G3, G5の画素値によりウィーナーフィルタを構成する。ウィーナーフィルタの演算に用いるノイズレベルは、G3における画素値に基づき推定する。このウィーナーフィルタにより、G3についてのノイズが除去された画素値を得ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 固体カラー撮像デバイスにより得られた画像のノイズを除去する方法であって、

注目画素の画素値とその近傍の同色画素の画素値とに基づき、前記注目画素が前記画像のどの方向のエッジ上にあるかを判定し、

前記注目画素の画素値と、前記判定で求められたエッジの方向について前記注目画素に近接する同色画素の画素値と、の平均及び分散を求め、

前記平均及び分散を用いて、前記判定で求められたエッジの方向についてノイズ除去フィルタを構成し、このフィルタにより前記注目画素のノイズを除去するノイズ除去方法。

【請求項 2】 前記判定は、各方向ごとに前記注目画素と当該方向について前記注目画素に近接する同色画素とでラプラシアンフィルタを構成し、これら各方向のラプラシアンフィルタの出力同士を比較し、ラプラシアンフィルタの出力が最小となる方向をエッジの方向とすることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】 前記ノイズ除去フィルタは、ウィーナーフィルタであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】 前記ウィーナーフィルタの構成に当たり、前記平均に基づき前記注目画素のノイズレベルを推定し、このノイズレベルを前記ウィーナーフィルタに反映させることを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】 ベイヤータイプの色フィルタを持つ固体カラー撮像デバイスにより得られた画像のノイズを除去する方法であって、

緑画素については、当該画素とその近傍の緑画素とに基づき当該画素が前記画像のどの方向のエッジ上にあるかを判定し、当該画素の画素値と、前記判定において求められたエッジの方向における緑画素の画素値と、の平均及び分散を求め、前記平均に基づき当該画素のノイズレベルを推定し、前記平均及び分散と前記ノイズレベルとを用いて、前記判定において求められたエッジの方向についてウィーナーフィルタを構成し、このウィーナーフィルタにより当該画素のノイズを除去し、

赤画素及び青画素については、各画素ごとに近傍の緑画素の画素値の補間により当該画素位置における緑値を求めると共にこの緑値と当該画素自体の画素値とに基づき当該画素における色差を求め、当該画素及びこれに近接する同色画素の前記色差の平均及び分散を求め、前記平均に基づき当該画素のノイズレベルを推定し、前記平均及び分散と前記ノイズレベルとを用いてウィーナーフィルタを構成し、このウィーナーフィルタにより当該画素のノイズを除去する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体カラー撮像デ

バイスにより得られた画像のノイズ除去の技術に関する。

【0002】

【従来の技術】CCDなどの固体カラー撮像デバイスを利用したビデオカメラや電子スチルカメラなどが普及している。このような固体カラー撮像デバイスでえた画像にノイズが含まれる場合、ノイズ除去が必要となる。画像のノイズ除去のためには、従来一般に、画像信号をローパスフィルタに通すことにより高周波成分を抑圧する回路的な手法や、メディアンフィルタなど平滑化作用を持つ空間フィルタを画像に作用させるデジタル演算的な手法などが用いられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ローパスフィルタを用いる手法は、ノイズの周波数が既知で、しかもノイズと本来の画像信号とが周波数的に分離可能である場合には有効である。しかしながら、そのような条件が満たされることは一般的にまれである。この方法は簡便かつ高速ではあるが、効果が薄い場合も少なくなかった。また、ローパスフィルタにより高周波成分を除去すると、画像のシャープさが損なわれるという問題もあった。

【0004】メディアンフィルタは、近傍画素群の画素値の中央値を求めるのに比較的時間を要するため、処理時間が比較的に長くなってしまいう問題があった。また、メディアンフィルタは、細い線状のエッジやループエッジ（画素値の分布が山状になるときの尾根の部分のエッジ）などのエッジが鈍化する可能性があり、解像度の低下をもたらすおそれがあった。

【0005】また、固体撮像デバイス（特にCCD）には、その出力値（明るさ）に応じてノイズ量が異なるという性質があるが、上記各手法はすべての画素に対し同じフィルタを作用させるものであるため、すべての出力値に対して十分な強度のフィルタを作用させると、ノイズの少ない画素についてはフィルタが強くなってエッジの鈍化などの副作用が大きくなりすぎ、かといってこれを避けるためにフィルタを弱くすると、十分なノイズ除去効果が得られない画素が出てくるという問題があった。

【0006】本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、固体カラー撮像素子から得られた画像において、線的なエッジをも保存して解像度を落とすことなくノイズ除去を行うことを目的とする。また、本発明は、ノイズ量に応じて適応的にフィルタ強度を調節することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明に係る固体カラー撮像デバイスのノイズ除去方法は、注目画素の画素値とその近傍の同色画素の画素値とに基づき、前記注目画素が前記画像のどの方向のエッジ上にあるかを判定し、前記注目画素の画素値と、前

記判定で求められたエッジの方向について前記注目画素に近接する同色画素の画素値と、の平均及び分散を求め、前記平均及び分散を用いて、前記判定で求められたエッジの方向についてノイズ除去フィルタを構成し、このフィルタにより前記注目画素のノイズを除去することを特徴とする。

【0008】この方法では、注目画素がどの方向のエッジの上にあるかを求め、注目画素近傍の同色画素（すなわち注目画素と同色の画素）のうちそのエッジの方向にあるもののみを選択してノイズ除去フィルタを構成する。

【0009】一般に、エッジ方向に沿っては画素値の変化は少ないのに対し、それ以外の方向に沿っては画素値が大きく変化する。従来のメディアンフィルタを用いる手法では、処理の際に画素値が大きく変化する方向の情報を必然的に利用してしまうため、注目画素の画素値が、値の大きく異なる近傍画素の画素値に置き換えられる可能性があり、これがエッジの鈍化につながっている。これに対し、本発明では、エッジの方向の情報のみを選択して用いる構成としたので、そのような問題は起こらない。したがって、本発明によれば、解像度の劣化を防止しつつ、ノイズ除去を行うことができる。

【0010】なお、この方法を各色画素のうち画像の輝度に影響の強い色（例えば緑）の画素に適用すれば、解像度の劣化を効果的に抑えつつノイズ除去を行うことができる。

【0011】この方法において、注目画素を中心として各方向にラプラシアンフィルタを構成し、出力値が最小となるラプラシアンフィルタの方向をエッジの方向とすることが好適である。

【0012】また、この方法において、ノイズ除去フィルタとしてウィナーフィルタを用いることが好適である。ウィナーフィルタは、ノイズが大きいときには注目画素近傍の画素群の平均値を出力し、ノイズが小さいときは注目画素自体の画素値を出力する。すなわち、ノイズの強さに応じて適応的にフィルタの強さが変わるので、ノイズの強さに応じて常に適切な強さのフィルタ作用を与えることができる。なお、ウィナーフィルタの構成に当たり、エッジ方向についての注目画素及び同色画素の平均に基づき注目画素のノイズレベルを推定し、このノイズレベルをウィナーフィルタに反映させることも好適である。この方法では、注目画素の画素値（平均値）に応じてノイズレベルを求め、このノイズレベルをウィナーフィルタに反映させるので、出力（画素値）が大きいほどノイズレベルが高くなるという固体カラー撮像デバイスの特性を考慮して、すべての画素値にわたって適切なノイズ除去を行うことができる。

【0013】また、本発明では、輝度に影響が強い（すなわち解像度に影響の強い）緑画素については、上述のエッジ方向を考慮したウィナーフィルタを構成し、解

像度への影響よりも色ノイズへの影響の方が顕著な赤画素及び青画素については、補間処理により当該画素位置における緑値を求め、この緑値と当該画素の画素値（赤値又は青値）との色差についてウィナーフィルタを構成する。この方法では、解像度に影響の強い緑画素については、エッジ方向を考慮したウィナーフィルタにより解像度の劣化を抑えつつノイズ抑制ができ、赤画素及び青画素については色差をベースにフィルタ処理を行うことにより、少ない演算量で効果的にノイズ除去を行うことができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態（以下実施形態という）について、図面に基いて説明する。以下では、固体カラー撮像デバイスとして、ベイヤー（Bayer）タイプの色フィルタアレイを有するCCD（電荷結合素子）を例にとって説明する。

【0015】図1は、ベイヤータイプにおける色フィルタの配列パターンを示す図である。図において、Rは赤のカラー信号を取り出すための赤画素用のフィルタである。同様にGは緑画素用フィルタ、Bは青画素用フィルタを示す。各色の色フィルタは、CCDの各セル（画素）に対応して設けられる。以下、このような色フィルタアレイを持つCCDから得られる画像のノイズ除去方法を説明する。

【0016】（1）緑画素のノイズ除去

まず、輝度信号の元になり、画像の解像度に強い影響を与える緑画素についてのノイズ除去の手順について図2を参照して説明する。

【0017】図2は、ベイヤータイプのCCDの各色画素配列のうち緑（G）画素を特に取り出して示したものであり、個々の緑画素の区別のためにG1、G2・・・とそれぞれに符号を付す。以下、この図における緑画素G3を注目画素とし、この注目画素のノイズ除去について説明する。

【0018】まず、G3が縦方向のエッジ上にあるか横方向のエッジ上にあるかを判定する。この判定のため、G3について、縦方向及び横方向のラプラシアンフィルタを構成する。すなわち、次の2式を計算する。

【0019】

【数1】

$$DV = \text{abs}((-G1+2*G3-G5)) \quad \dots (1)$$

$$DH = \text{abs}((-G2+2*G3-G4)) \quad \dots (2)$$

ここでは、G1～G5は、それぞれ対応する画素の画素値を示す。また、abs（）は、（）内の値の絶対値を求める関数である。そして、DVが縦方向のラプラシアンフィルタの出力であり、DHが横方向のラプラシアンフィルタの出力である。式（1）、（2）から分かるように、エッジに沿った方向についてはラプラシアンフィルタの値は小さく、エッジを横切る方向についてはラプラシアンフィルタの値は大きくなる。特に線状エッジ

やルーフエッジの場合、そのエッジを横切る方向については、ラブラシアンフィルタの値は極めて大きくなる。

【0020】DVとDHの値が求められると、次に両者を比較する。そして、値の小さい方に対応する方向を、注目画素G3のあるエッジの方向と判定する。具体的には次のようになる。

【0021】DH<DVの場合は、G3は横方向のエッ

$$\text{Ave} = (G2+G3+G4)/3$$

$$\text{Var} = (G2^2+G3^2+G4^2)/3-\text{Ave}^2$$

一方、DV<DHの場合は、注目画素G3は縦方向のエッジ上にあると判定し、縦方向についてG3と近接する緑画素G1、G5について、次式に従い平均及び分散を※

$$\text{Ave} = (G1+G3+G5)/3$$

$$\text{Var} = (G1^2+G3^2+G5^2)/3-\text{Ave}^2$$

そして、(3a)及び(4a)又は(3b)及び(4b)により求めた平均Aveと分散Varを用いて、注目画素G3についてウィナー(Wiener)フィルタを構成する。この場合、ウィナーフィルタは次式で表され★

$$G3' = \text{Ave} + (G3 - \text{Ave}) * (\text{Var} - \text{Noise}) / \text{Var}$$

この式において、G3'はウィナーフィルタの出力値を表し、Noiseは注目画素におけるノイズレベルを示す。ここで、ノイズレベルNoiseは、ノイズの分散値のディメンションで表す。本実施形態では、このウィナーフィルタの出力G3'を、ノイズ除去された注目画素G3の画素値として用いる。☆

$$\text{Noise} = F(\text{Ave})$$

ここで、F()は、画素値とノイズレベルNoiseとの関係を表す関数である。式(6)から分かるように、本実施形態では、注目画素G3の値にノイズが混じっていることを考慮して、G3の画素値そのままでなく、近傍画素群での平均Aveを用いてノイズレベルを推定している。なお、関数Fは撮像デバイスの特性によって決まってくるものであり、撮像デバイスの機種ごとに、経験的に、あるいは実験などを行って、予め定めておく。図3に、関数Fの一例のグラフを例示する。

【0027】さて、再びウィナーフィルタの式(5)を参照して説明する。この式から分かるように、ウィナーフィルタの出力G3'は、ノイズレベルが大きいときには、近傍画素群の平均値(Ave)に近い値となり、ノイズレベルが小さいときは注目画素G3自身の画素値に近くなる。すなわち、ノイズレベルが大きい画素ほどフィルタが強く作用することになる。したがって、本実施形態によれば、フィルタの強さを、推定される各画素のノイズレベルに応じて適応的に調整することができる。

【0028】このように、この方法では、緑画素が縦方向エッジ又は横方向エッジのいずれの上にあるかを判定し、この判定で求められたエッジ方向において近接する緑画素の値のみを用いてノイズ除去用のフィルタを構成する。この場合、線状エッジやルーフエッジ上の緑画素

＊ジ上と判定する。そして、注目画素G3と、横方向についてG3と近接する緑画素G2、G4とについて、画素値の平均(Ave)及び分散(Var)を次式に従い求める。

【0022】

【数2】

$$\dots (3a)$$

$$\dots (4a)$$

10※求める。

【0023】

【数3】

$$\dots (3b)$$

$$\dots (4b)$$

★る。

【0024】

【数4】

20☆【0025】ここで、ノイズレベルNoiseを注目画素G3の画素値に応じて推定している。すなわち、ノイズレベルは次式によって求められる。

【0026】

【数5】

$$\dots (6)$$

については、そのエッジ上にある隣の緑画素を用いてフィルタが構成されるので、エッジ情報がよく保存される。このように、本実施形態によれば、解像度に影響の強い緑画素についてエッジ情報の劣化の少ないノイズ除去を実現でき、ひいては画像全体についてエッジ鈍化を抑えつつノイズ除去を行うことができる。

【0029】なお、以上の例では、ラブラシアンフィルタを縦横の2方向について構成し、注目画素におけるエッジの方向性が縦であるか横であるかを判定したが、更に右下がり、右上がりなど斜め方向についてもラブラシアンフィルタを構成し、エッジの方向性を更にきめ細かく判定することも可能である。この場合、各方向のラブラシアンフィルタのうち出力値が最小となるものの方向をエッジ方向と判定し、この方向についてウィナーフィルタを構成すればよい。

【0030】(2)赤画素及び青画素のノイズ除去

赤画素及び青画素は、緑画素に比べて輝度に対する影響が小さいので、解像度への影響は小さい。このため、赤画素及び青画素については、緑画素のようなエッジ方向の考慮は行わず、注目画素近傍のすべての同色画素を用いてウィナーフィルタを構成する。

【0031】ここで、本実施形態では、赤画素や青画素の画素値そのものの代わりに、輝度を表す緑値との当該画素の画素値(赤値又は青値)との差(色差と呼ぶ)を

用いてウィーナーフィルタを構成する。

【0032】赤画素のノイズ除去を例にとって説明すると、まず各赤画素ごとに、その周囲の緑画素の画素値に基づき補間処理を行い、その赤画素の位置における緑(G)値を求める。例えば、赤画素に隣接する4つの緑画素(図1参照)の画素値の平均を、その赤画素の緑値とするなどの方法を用いればよい。

【0033】図4に示すように、注目する赤画素R3に*

$$Ave = \{(R1-q1)+(R2-q2)+(R3-q3)+(R4-q4)+(R5-q5)\}/5 \quad \dots (7)$$

$$Var = \{(R1-q1)^2 + (R2-q2)^2 + (R3-q3)^2 + (R4-q4)^2 + (R5-q5)^2\}/5 - Ave^2 \quad \dots (8)$$

注目画素R3についてのウィーナーフィルタは次式によって表される。

$$R3'-q3 = Ave + ((R3-q3) - Ave) * (Var - Noise) / Var \quad \dots (9)$$

なお、R3'はウィーナーフィルタの出力であり、注目画素R3におけるノイズが除去された画素値を表す。また、Noiseはセンサ特性等より求める固定値である。

【0036】青画素についてのノイズ除去は、以上説明した赤画素の場合と同様に行えばよい。

【0037】以上説明したように、本実施形態では、赤画素及び青画素については、その画素位置での緑値との色差を用い、注目画素近傍のすべての同色画素の情報を用いてノイズ除去処理を行うため、エッジ方向の判定を行わなくてよい。したがって、本実施形態では、赤画素及び青画素については時間の掛かる条件判定の処理を行わず、画素値によるノイズレベルの計算も簡便化していることで、高速処理を実現することもできる。

【0038】このような処理により、色ノイズに大きな影響を与える赤画素及び青画素についてのノイズ除去を少ない演算量で実現することができる。

【0039】以上、本発明に係るノイズ除去方法の好適な実施形態を説明した。以上説明したように、本実施形態によれば、解像度に影響の強い緑画素についてはエッジ方向を考慮することによりエッジ鈍化を抑制しつつノイズを除去することができ、解像度よりもむしろ色ノイズへの影響が問題となる赤画素及び青画素については少ない演算量でノイズ除去を実現することができる。

【0040】また、上記実施形態では、ノイズ除去にウィーナーフィルタを用いることにより、画像各部ごとにそのノイズレベルに合わせて適応的にノイズ除去(フィルタリング)を行うことができる。また、ウィーナーフィルタで用いるノイズレベルを、注目画素の画素値(平均値)から推定するので、画素値に応じてノイズ量が変わるというCCDの性質を考慮した、適切なノイズ除去を実現することができる。

【0041】なお、例示したウィーナーフィルタは、ノイズ除去用のフィルタとして最も好適なものの一つであるが、これ以外のフィルタもちろん利用可能である。

例えば、平均値フィルタやメディアンフィルタなどを用

* についてのウィーナーフィルタは、R1~R5の赤画素に基づき構成する。ここで、補間処理で求めた各赤画素R1~R5の位置における緑値をそれぞれg1, g2, ..., g5と表すと、本実施形態では、次式を用いて注目画素R3における色差の平均Aveと分散Varを算出する。

【0034】

【数6】

※【0035】

※【数7】

いることもできる。例えば緑画素の場合は、求めたエッジ方向についてそれらフィルタを構成すればよい。このように、ウィーナーフィルタ以外のフィルタを用いる場合、ウィーナーフィルタの特徴であるノイズレベルに応じた適応的なフィルタリング作用を得ることはできないが、線状エッジやルーフエッジなどのエッジの鈍化の抑制にはある程度の効果を得ることができる。

【0042】また、上記実施形態では、緑画素についてのみエッジの方向性を考慮した処理を行ったが、赤画素や青画素についても緑画素と同様エッジ方向性を考慮した処理を行うことも可能である。

【0043】また、上記実施形態では、ベイヤータイプの色フィルタを持つCCDを例にとって説明したが、緑画素の配列パターンについてはインタライン方式の色フィルタはベイヤータイプと同じなので、上記実施形態で示した方法は緑画素についてはインタライン方式のCCDにも適用可能である。

【0044】また、上記実施形態では、固体カラー撮像デバイスとしてCCDを例にとって説明したが、明らかに上述の方法はCCD以外の撮像デバイスにも適用可能であり、同様の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 ベイヤータイプの色フィルタアレイにおける各色の配列パターンを示す図である。

【図2】 緑画素のノイズ除去方法の説明のために、ベイヤータイプの色フィルタアレイのうち緑画素の配列を示した図である。

【図3】 ノイズレベル(Noise)と画素値(Ave)との関数Fの一例を示すグラフである。

【図4】 赤画素のノイズ除去方法の説明のために、ベイヤータイプの色フィルタアレイのうち緑画素の配列を示した図である。

【符号の説明】

R, R1~R5 赤画素、G, G1~G5 緑画素、B 青画素。

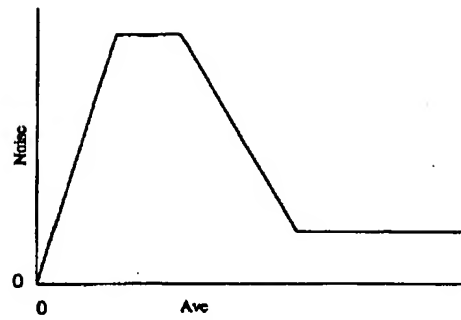
【図1】

G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G

【図2】

		G1		
G2		G3		G4
		G5		

【図3】



【図4】

		R1		
R2		R3		R4
		R5		